

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月28日

出 願 番 号

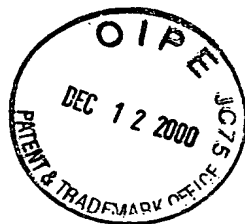
Application Number:

平成11年特許願第273878号

出 願 人

Applicant (s):

キヤノン株式会社

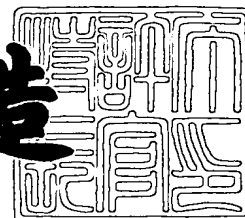


RECEIVED
DEC 15 2000
TECHNOLOGY CENTER 1700

2000年 9月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3080001

【書類名】 特許願

【整理番号】 3992017

【提出日】 平成11年 9月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G09F 9/30

【発明の名称】 導電性液晶素子及び有機エレクトロルミネッセンス素子

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 坪山 明

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 岡田 伸二郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 森山 孝志

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100096828

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡辺 敬介

 【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

 【識別番号】 100059410

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊田 善雄

【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703710

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 導電性液晶素子及び有機エレクトロルミネッセンス素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 枚の対向する電極間に、導電性液晶を真空蒸着してなり液晶状態を呈している導電性液晶層を少なくとも 1 層と、有機化合物を真空蒸着してなり導電性液晶層に接するアモルファス層と、を少なくとも有することを特徴とする導電性液晶素子。

【請求項 2】 2 枚の対向する電極間に、導電性液晶を真空蒸着してなり液晶状態を呈している導電性液晶層を少なくとも 1 層と、有機化合物を真空蒸着してなり導電性液晶層に接するアモルファス層と、を少なくとも有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 導電性液晶層とアモルファス層のいずれか一方が発光層である請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 導電性液晶が、所定の温度範囲においてディスコティックコラムナー相を呈するディスコティック液晶である請求項 2 または 3 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 導電性液晶が、所定の温度範囲においてスメクチック相を呈するスメクチック液晶である請求項 2 または 3 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子デバイスに応用される導電性液晶素子、及び該液晶素子を利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機 EL 素子」と記す）は、高速応答性や高効率の発光素子として、応用研究が精力的に行われている〔例えば、Macromol. Symp. 125, 1～48（1997）〕。その基本的

な構成を図 1, 図 2 に示す。図中、1 は透明基板、2 は透明電極、3 はホール輸送層、4 は発光層、5 は金属電極、6 は電子輸送層である。

【0003】

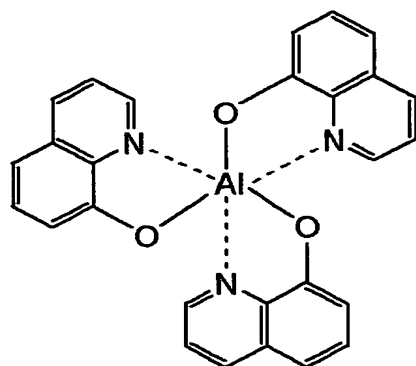
図 1、図 2 に示したように、一般に有機 EL 素子は透明基板 1 上に形成した透明電極 2 と該透明電極 2 に対向する金属電極 5 との間に、複数の有機層を形成してなる。図 1 では、有機層が発光層 4 とホール輸送層 3 からなる。透明電極 2 としては、仕事関数が大きな ITO（インジウム・チン・オキサイド）などが用いられ、透明電極 2 からホール輸送層 3 への良好なホール注入特性を持たせている。金属電極 5 としては、アルミニウム、マグネシウム、或いはこれらを用いた合金などの仕事関数の小さな金属材料を用い、有機化合物層への良好な電子注入性を持たせる。これらの電極の膜厚は、50～200 nm である。

【0004】

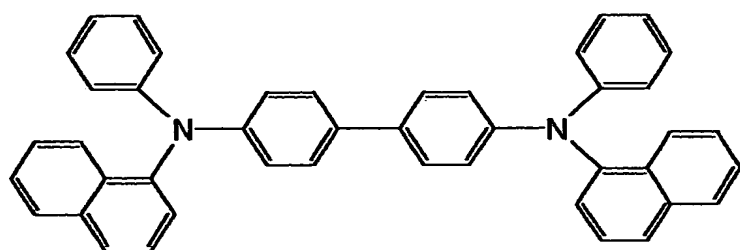
発光層 4 には、電子輸送性と発光特性を有するアルミキノリノール錯体（代表的な例としては、下記構造式で示される Alq_3 （トリス（8-キノラリト）アルミニウム）が挙げられる）などが用いられ、ホール輸送層 3 には、例えばトリフェニルジアミン誘導体（代表的な例としては、下記構造式で示される α -NPD（ビス〔N-（1-ナフチル）-N-フェニル〕ベンジジン）が挙げられる）など電子供与性を有する材料が用いられる。

【0005】

【化 1】



Alq3



α -NPD

【0 0 0 6】

図 1 の構成の有機 E L 素子は整流性を示し、金属電極 5 を陰極に、透明電極 2 を陽極になるように電界を印加すると、金属電極 5 から電子が発光層 4 に注入され、透明電極 2 からはホール輸送層 3 を経てホールが注入される。注入されたホールと電子は発光層 4 内で再結合により励起子が生じ発光する。この時、ホール輸送層 3 は電子のブロッキング層の役割を果たし、発光層／ホール輸送層界面の再結合効率が上昇し、発光効率が上がる。

【0 0 0 7】

さらに、図 2 の有機 E L 素子では、図 1 の金属電極 5 と発光層 4 との間に、電子輸送層 6 が設けられている。この構成の素子では、発光と電子・ホール輸送を分離して、より効果的なキャリアブロッキング構成とすることで、効率的な発光を行うことができる。電子輸送層 6 としては、例えば、オキサジアゾール誘導体などを用いることができる。

【0008】

上記したような従来の有機EL素子では、有機化合物層の厚さは2層或いは3層の膜厚総計で50～500nm前後である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

従来の有機EL素子は、厚さが100nm前後の薄層に100MV/cm程度の高電圧を印加するため、電極間ショートが起こりやすいという問題がある。この問題は、有機層を多層にすることで多少軽減されるが、生産性を鑑みるといわずにせよ問題である。100MV/cm程度の電界を印加する理由は、有機層のキャリア移動度が小さいためであり、高移動度の有機層を形成できれば印加電界を低減することができる。現在一般に有機EL素子に用いられているキャリア輸送層の移動度は $10^{-5} \sim 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ であり、アモルファス材料でも $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 程度が限界といわれている。

【0010】

また、電極からのキャリア注入性能も発光効率を左右する要因である。アモルファス材料を用いた場合のキャリア注入性が発光効率を決めていると言われており、アモルファス材料は必ずしも十分なキャリア注入特性を有していないと考えられている。

【0011】

そのため、高移動度を有する導電性液晶化合物を用いた新しいキャリア輸送層や発光層が期待されている。例えば、キャリア輸送性の高い導電性液晶としては、ディスコティック液晶や高い秩序度を有するスメクチック液晶が挙げられる。

【0012】

また、導電性液晶を有機EL素子に応用した例として、Wendorff等は、ディスコティック液晶からなる膜をスピコーティング法を用いて形成し、その上にLB法（ラングミュア・ブロッジェット法）により発光層を形成した発光素子について報告している〔Polym. Adv. Technol. p. 443 (1998)〕。この報告の中で、上記構成の発光素子がEL発光した旨の記載がある。液晶の配向に関しては、成膜後の状態では好ましくないホモジニアス配向

であり、一旦、液体相になる温度まで加熱した後液晶相に冷却して再配向処理を施すことで望ましい液晶配向を得ている。

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者等の実験によると、スピコート法により成膜した導電性液晶層は、膜厚ムラや、ミクロな液晶の均一配向性、膜の均質性に問題がある。均一配向性に関しては、クロスニコル下の偏光顕微鏡で観察すると、液晶の複屈折による光漏れの有無により配向性の良し悪しが判定できる。スピコート法による導電性液晶層は、配向性の良い部分と悪い部分が混在し、これは溶媒の蒸発時の不均一性を反映したものと考えられる。スピコート法によって比較的配向性のムラの小さい液晶層を形成したとしても、電流特性や発光特性は満足できるものではない。これは、溶媒を用いる湿式工程が本質的に抱えている問題、即ち、キャリアトラップとなりうる不純物混入が避けられない、という問題に起因していると考えられる。従って、導電性液晶のスピコート法は、液晶層厚の均一性、液晶の配向の均質性の保持、さらには不純物混入などの問題が避けられず、高性能な液晶を用いた有機 E L 素子には適していない。

【 0 0 1 4 】

さらに、有機 E L 素子は、水分による劣化の問題が致命的であり、水面に有機化合物膜を展開する L B 法は、耐久性能上大きな問題となる。また、L B 法では、生産性の問題も大きく、実用的ではない。L B 法で形成される膜は、アモルファス状態とは異なり、結晶状態に近い秩序度の高い状態であり、結晶内の欠陥がキャリアトラップとなり、キャリア輸送性及び発光性の面で問題となる。

【 0 0 1 5 】

また、液晶を一旦昇温して再配向させることは、他の膜への影響や、信頼性、有機層や電極との界面へ悪影響を及ぼし、高性能な E L 素子を実現するためには致命的である。

【 0 0 1 6 】

また、液晶を液体相温度に昇温して一対の電極基板間に注入して液晶層を形成する方法が、T o k u h i s a 等によって提案されている [A p p l i e d P

physics Letter, Vol. 72, No. 21, p. 2640 (1998)]。この提案では、ITOとアルミ電極間にそれぞれホール輸送材料（銅一フタロシアニン）と電子輸送材料（アルミキノリノール錯体）を介して液晶発光層を形成している。

【0017】

しかしながら、上記構成の有機EL素子には以下の問題があった。

- ①キャリア輸送層が高温の液体状態の液晶化合物に接する工程が含まれるため、キャリア輸送層の構造変化や液晶へのキャリア輸送材料の混入、キャリア輸送層への液晶の混入などによる、キャリア輸送層、金属／有機化合物層界面への影響。
- ②厚さが50～200nm程度の厚さの液晶層を厚さムラ無く均一に形成するための生産性上の問題。

【0018】

上記のように、液晶を用いた有機EL素子の作製には種々の問題があり、液晶化合物の高いキャリア輸送性を生かした実用的な有機EL素子は得られていないのが現状であった。

【0019】

本発明の目的は、高移動度を有する液晶化合物を利用し、良好なキャリア輸送層或いは発光層を備えた信頼性の高い有機EL素子を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明の導電性液晶素子は、2枚の対向する電極間に、導電性液晶を真空蒸着してなり液晶状態を呈している導電性液晶層を少なくとも1層と、有機化合物を真空蒸着してなり導電性液晶層に接するアモルファス層と、を少なくとも有することを特徴とする。

【0021】

本発明の有機EL素子は、上記本発明の導電性液晶素子の好ましい態様の一つであり、2枚の対向する電極間に、導電性液晶を真空蒸着してなり液晶状態を呈している導電性液晶層を少なくとも1層と、有機化合物を真空蒸着してなり導電

性液晶層に接するアモルファス層と、を少なくとも有することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

さらに本発明の有機 E L 素子は、導電性液晶が、所定の温度範囲においてディスコティックカラムナー相を呈するディスコティック液晶である、或いは、所定の温度範囲においてスメクチック相を呈するスメクチック液晶であることを好ましい態様として含むものである。

【 0 0 2 3 】

本発明者等は、導電性液晶を真空蒸着法により成膜することが、高性能な有機 E L 素子を構成する上で有効なことを見出した。その理由は、一般的な真空蒸着の方式に由来するもので、以下のような理由である。

【 0 0 2 4 】

(1) 真空蒸着法は、その方式に由来して、本質的に不純物が混入しにくく、キャリアトラップの混入が最小限に抑えられる。

【 0 0 2 5 】

(2) 分子レベルにも、マクロにも、均質性・均一性の高い膜が比較的容易に形成できる。

【 0 0 2 6 】

さらに、本発明者等の実験によれば、液晶化合物を真空蒸着法により成膜することで、以下のことが実現できることが明らかになった。

【 0 0 2 7 】

(3) 液晶化合物を液晶相の温度範囲内で真空蒸着すると、良好な配向秩序を持った液晶層が実現する。その結果、良好なキャリア輸送性に由来する電流特性・発光特性が得られる。

【 0 0 2 8 】

(4) 液晶化合物を、液晶相以下の相、例えば結晶相で真空蒸着すると、結晶相の温度範囲内においても良好な膜質の液晶層が得られる。

【 0 0 2 9 】

(5) 上記 (4) の素子を液晶相の温度範囲に加熱することによって、液晶が配向し、該液晶配向に由来したさらに良好なキャリア輸送性に由来する電流特性

・発光特性が得られる。

【0030】

(6) 有機化合物を真空蒸着したアモルファス層を導電性液晶層に積層した場合、アモルファス層が液晶を配向させる機能を有していることから、アモルファス層に接した液晶を配向させることができる。この時、アモルファス層は、液晶がディスコティック液晶ならば垂直配向、スメクチック液晶ならば水平配向させる配向規制力を有している。

【0031】

(7) 導電性液晶層をアモルファス層と多層化した場合、有機層／有機層界面において良好なキャリア輸送が行われる。

【0032】

スピコート法や注入法とは異なり、真空蒸着法により液晶層を形成した場合には、液体相温度に加熱する再配向工程が不要である。また、真空蒸着法によれば、サブミクロンの液晶層を均質性・均一性よく、さらに良好な配向性を保持して成膜することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】

本発明の導電性液晶素子を、その好ましい一態様である有機EL素子を例に挙げて具体的に説明する。

【0034】

本発明の有機EL素子の基本構成は、先に示した図1，図2の素子と同様であり、透明基板1、透明電極2、金属電極5についても従来と同様の部材を用いることができる。

【0035】

本発明にかかる導電性液晶層は真空蒸着法により形成され、液晶状態を呈している。また、かかる導電性液晶層は、その特性により、キャリア輸送層或いは発光層として用いられる。

【0036】

本発明において用いられる導電性液晶としては、所定の温度範囲においてディ

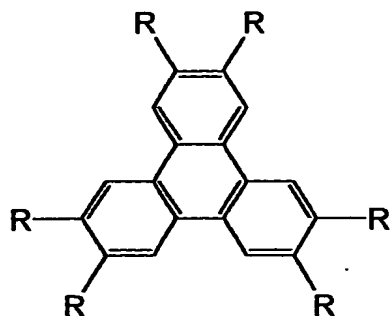
スコティックカラムナー相を呈するディスコティック液晶、或いは、所定の温度範囲においてスメクチック相を呈するスメクチック液晶が好ましく用いられる。

【0037】

ディスコティック液晶としては、下記構造式で示されるトリフェニレン系の液晶化合物1～5が挙げられる (Advanced Materials, 1996, 8, No. 10 参照)。

【0038】

【化 2】

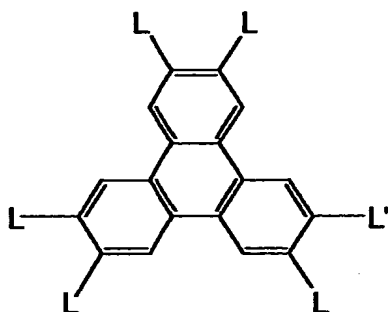


液晶化合物 1 : $R = SC_6H_{13}$

液晶化合物 2 : $R = OC_4H_9$

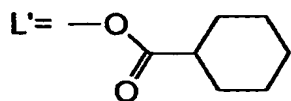
液晶化合物 3 : $R = OC_5H_{11}$

液晶化合物 4 : $R = OC_6H_{13}$



液晶化合物 5

$L = OC_5H_{11}$



【 0 0 3 9 】

上記液晶化合物 1 ~ 4 の側鎖 - R は、 $-OC_4H_9$ や $-OC_5H_{11}$ 、 $-OC_6H_{13}$ のアルコキシ基や、 $-SC_6H_{13}$ のチオエーテル基が高移動度 ($10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ cm/V s e c}$) のホール輸送性を有することが知られている。これらの化合物はディスコティックカラムナー相を示し、ディスク状の液晶分子がカラムを形成し、豊富な π 電子骨格を有するトリフェニレン基が互いに重なり合う形で配向す

るため、トリフェニレン基を介して良好なホール輸送性が得られる。

【0040】

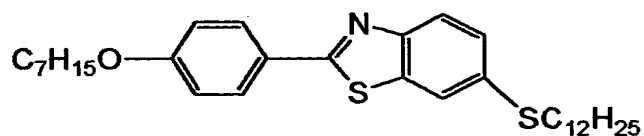
また、ディスコティック液晶の骨格としては、上記トリフェニレンや、フタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、トルクセン誘導体、ヘキサベンゾコロネン誘導体、ジベンゾピレン誘導体などが挙げられる。

【0041】

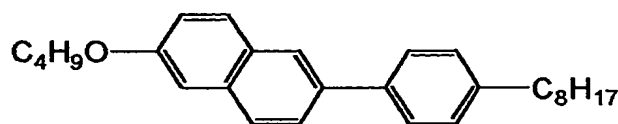
また、本発明に用いるスメクチック液晶としては、例えば、下記構造式で示される液晶化合物6、7が挙げられる（応用物理、第68巻、第1号、p. 26（1999）参照）。フェニルベンゾチアゾール誘導体である液晶化合物6（SmA相を有する）はホール輸送性を有し、フェニルナフタレン誘導体である液晶化合物7（SmA相及びSmE相を有し、より高秩序度を有するSmE相がより高移動度を示す）は、ホール・電子の両極性輸送性を示す。ここに挙げた液晶化合物は、 $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の高移動度を示す。

【0042】

【化3】



液晶化合物6



液晶化合物7

【0043】

また、ここに挙げた液晶化合物以外でも、棒状骨格を有し、スメクチック液晶相を有する液晶化合物であれば用いることができる。

【0044】

また、本発明においては、導電性液晶層に有機化合物を真空蒸着法したアモルファス層を積層する。本発明においては導電性液晶層及びアモルファス層のい

れを発光層としてもよい。

【0045】

本発明において上記アモルファス層に用いられる有機化合物としては、前記したAlq3や α -NPDの他に、前期した文献”Macromol. Symp.” 125, 1~48 (1997)に記載されている化合物が好ましく用いられ、真空蒸着により形成される。

【0046】

【実施例】

(実施例1)

厚さ1.1mmのガラス基板上に、スパッタリングによりITOを50nmの厚さで積層し、紫外線照射による表面洗浄を行った。

【0047】

上記ITOからなる透明電極層上に、ホール輸送層として、先に挙げたディスコティック液晶化合物4 (HHOT; ヘキサキスヘキシロキシトリフェニレン)を真空蒸着法により形成した。真空蒸着槽内の圧力は約 1×10^{-5} torrであり、HHOTを加熱することにより、 0.1 nm/sec の蒸着速度で成膜し、得られた膜厚は50nmであった。同様の条件でAlq3層を50nmの膜厚で形成した。Alq3の蒸着膜は、安定なアモルファス状態の膜である。

【0048】

その後、AlLi合金(Li含有量: 1.8重量%)を10nm、さらにAlを150nm形成した。電極材料を2層にした理由は、仕事関数の低いAlLi合金は、電子注入性が高いが、一方で外気などに接すると反応性が高く安定性が悪いため、Al電極を積層して保護するためである。

【0049】

この素子の電圧-電流(VI)特性の温度依存性を図3(a)に示した。先ず、液晶相温度に加熱する前の初期状態(30℃)においても発光が確認された。この場合、液晶化合物HHOTは真空蒸着法によりアモルファス状態で成膜されており、アモルファス状態の電気特性に対応したVI特性を示していると考えられる。即ち、この状態においてもホール輸送性があることが示されている。

【 0 0 5 0 】

HHOTはD h d相（ディスコティックヘキサゴナルディスオーダー相）を示す。液晶相を示す温度範囲が昇温過程では69℃～99℃であり、70℃にすることで電流値が飛躍的に向上した。これは、液晶相温度にすることで、HHOT層内における分子配列構造がD h d相に転移し、電極からのホール注入も含めて液晶相のホール輸送性が増したためであると考えられる。

【 0 0 5 1 】

図3（b）は、本実施例の素子において印加電圧を12Vに固定した場合の電流値の温度依存性である。液晶相になる相転移温度付近で急激に電流値が増加していることが明らかである。即ち、液晶相になり分子が配列することで電流特性が劇的に改善されることが示されている。

【 0 0 5 2 】

また、Alq3からの緑色のEL発光が確認された。電流値と発光強度はおおよそ比例関係にあり、電流特性が向上したことは、EL発光特性が向上したことを示している。

【 0 0 5 3 】

本実施例においては、真空蒸着法により液晶をアモルファス状態で成膜したホール輸送層と発光層を連続して形成することにより、液晶層が良好なホール輸送性を示し、該液晶の液晶相温度においても結晶相温度においても、素子が発光することが明らかになった。特に、液晶相温度において高発光特性が認められた。

【 0 0 5 4 】

また、本素子における液晶の配向性を光学顕微鏡で評価した。光学顕微鏡による評価を行う上では200nm以上の膜厚が必要であるため、及び、金属電極があると観察できないため、評価用として上記素子とは別に、同じ成膜条件でITO/HHOT（200nm）/Alq3（50nm）の構成のサンプルを用意した。この構成において、Alq3のアモルファス層は複屈折を持たないため、クロスニコル下の偏光顕微鏡でHHOTの配向性を評価することができる。また、比較のためにHHOTのみの領域も設けた。その結果を以下の表1に示す。

【 0 0 5 5 】

【表 1】

	室温（結晶相温度）	7 0 ℃（D h d 相温度）
HHOTのみ	ランダム配向	ランダム配向
HHOT/A1q3	ランダム配向	ホメオトロピック配向（暗視野）

【0056】

表 1 から明らかなように、真空蒸着した HHOT が、アモルファス状態の A 1 q 3 層と接することで、液晶相温度では垂直配向となっていた。HHOT のランダム配向は光漏れがあり、ホメオトロピック配向になると均一で光漏れの無い状態になるので簡単に判別することができる。

【0057】

上記の結果より、結晶相においてランダム配向しているものでも、液晶相の温度に昇温することで配向が変化することから、A 1 q 3 のアモルファス層が HHOT の液晶層に対して配向規制力を有していることが確認された。即ち、液晶層の良好な配向を得るために、素子を該液晶が液体相となるまで昇温してから液晶相まで降温するような再配向処理が必要ないことがわかった。よって、本実施例の有機 EL 素子においても、液晶相温度でホール輸送層の液晶は良好に配向している。

【0058】

本実施例においては、液晶化合物を用いたキャリア輸送層に、安定してアモルファス状態が得られる A 1 q 3 などの発光材料を用いたアモルファス層を組み合わせることにより、液晶化合物の高キャリア輸送性が有効に生かせることが明らかになった。

【0059】

（比較例 1）

実施例 1 において、ディスコティック液晶化合物の HHOT をスピンコート法で成膜する以外は、実施例 1 と同様にして有機 EL 素子を作製した。HHOT の成膜は、実施例 1 と同様に ITO からなる透明電極を形成したガラス基板上に、HHOT の 1 重量%のクロロホルム（CHCl₃）溶液を、膜厚が 50 nm になるように、2000 rpm で 20 秒間スピンコートした。この HHOT 膜上に実

実施例 1 と同様、真空蒸着法による Alq3 と AlLi, Al を連続成膜した。

【0060】

得られた素子について、実施例 1 と同様に VI 特性を測定した。同じ液晶相温度の 70℃ で同一電圧 10 V を印加した場合、電流値は実施例 1 の素子の 1/15 程度、発光強度は実施例 1 の素子の約 1/20 であった。

【0061】

(実施例 2)

実施例 1 の素子の、HHOT 層と Alq3 層との間に、厚さが 50 nm の α -NPD 層を真空蒸着法により配置した以外は実施例 1 と同様にして有機 EL 素子を作製した。 α -NPD はホール輸送性を有するものである。

【0062】

本実施例の素子においても、良好な整流性が得られ、発光が確認された。

【0063】

(実施例 3)

本実施例では、有機化合物層を 3 層構成にした。即ち、ITO 上に α -NPD 層、前記ディスコティック液晶化合物 5 (シクロヘキサンカルボン酸 3, 6, 7, 10, 11-ペンタキス-ペンチルオキシトリフェニレン-2-イルエステル) 層、Alq3 層、AlLi 層、Al 層を形成した。ITO、AlLi、Al については実施例 1 と同様にして成膜した。 α -NPD/液晶化合物 5/Alq3 の膜厚は、20 nm/50 nm/50 nm とし、成膜は全て真空蒸着法で連続して行った。液晶化合物 5 は 189℃ 以下で Dh o 相 (ディスコティックヘキサゴナルオーダー相) を示し、室温で液晶相を示す液晶化合物である。

【0064】

本実施例の素子においても、良好な整流性が得られ、発光が確認できた。

【0065】

また本実施例においても、実施例 1 と同様、光学顕微鏡による配向性の評価を行った。評価用サンプルは、ITO/ α -NPD (20 nm)/液晶化合物 5 (200 nm)/Alq3 (50 nm) の構成とした。その結果、液晶化合物 5 の液晶相温度においては、クロスニコル下で光漏れのない良好な垂直配向が得られ

ていることが確認された。

【 0 0 6 6 】

(実施例 4)

本実施例では、図 2 の構成で電子輸送層 6 にスメクチック液晶である前記液晶化合物 7 (PN 8 4 ; 2-ブトキシ-6-(4-オクチル)ナフタレン) を用い、有機 EL 素子を作製した。

【 0 0 6 7 】

実施例 1 と同様にガラス基板上に ITO の透明電極を形成し、その上にホール輸送層である厚さ 5 0 n m の α -NPD 層と発光層である厚さ 5 0 n m の Alq 3 層をそれぞれ真空蒸着法により成膜した。その後、PN 8 4 を真空蒸着により 5 0 n m の厚さに成膜した。真空蒸着条件は、実施例 1 における HHOT や Alq 3 と同様である。PN 8 4 は両極性輸送性を示す液晶化合物であるが、本実施例では電子輸送層として用いた。PN 8 4 は液晶相を示す温度範囲が 5 5 °C ~ 1 2 9 °C である。

【 0 0 6 8 】

得られた有機 EL 素子においては、PN 8 4 がアモルファス状態を示す室温においても発光が確認された。さらに、6 0 °C に昇温することによって、室温時に比べて電流値が約 5 倍に向上し、高発光が確認された。

【 0 0 6 9 】

実施例 1 と同様に、クロスニコル下の光学顕微鏡で配向性の評価を行った。評価用サンプルは、ITO / α -NPD (5 0 n m) / Alq 3 (5 0 n m) / PN 8 4 (2 0 0 n m) の構成とした。その結果、PN 8 4 は室温では方向性のないランダム配向であることが確認され、液晶相において α -NPD 層上でほぼ水平配向していることが確認された。従って、本実施例の素子においては、スメクチック液晶である PN 8 4 が、液晶相温度で良好なキャリア輸送性を示す水平配向していることがわかった。

【 0 0 7 0 】

(実施例 5)

図 1 の構成で、発光層にスメクチック液晶である PN 8 4 を用いた。ホール輸

送層には α -NPDを50nm成膜して用い、発光層としてPN84を50nm成膜した。成膜に実施例1と同様の条件の真空蒸着法を用いた。電極構成は実施例1と同様である。

【0071】

得られた有機EL素子に電圧を印加してVI特性を調べたところ、良好な整流性を示した。また、Alq3に比べて発光強度は低いながらも青色発光が確認できた。図4に発光層にAlq3を用いた場合（実施例1）とPN84（実施例5）を用いた場合のそれぞれの発光スペクトルを示した。PN84を紫外線光で励起して、フォトルミネッセンスによる発光を調べると、図4とほぼ同様の発光スペクトルが得られたため、本実施例の素子の発光はPN84からの発光と同定した。また、本実施例の素子を液晶相温度の60℃にすると、30℃に比べて3倍の高電流が得られ、約2.5倍の輝度の発光が得られた。

【0072】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、導電性液晶素子、特に有機EL素子において、高移動度の導電性液晶層をアモルファス層と組み合わせることにより、キャリア移動度の高い液晶を有効に生かして用いることができ、その信頼性を大幅に向上させることができる。よって、本発明によれば、低電圧で高い発光強度の有機EL素子が提供される。また、本発明の有機EL素子は、従来よりも大幅に低い電圧によって発光が得られるため、電極間ショートの問題が起こりにくく、その点においても信頼性が高まる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

有機EL素子の一例の構成を示す断面模式図である。

【図2】

有機EL素子の他の例の構成を示す断面模式図である。

【図3】

実施例1の有機EL素子の電圧－電流特性及び電流値の温度依存性を示す図である。

【図 4】

実施例 1 と実施例 5 の有機 EL 素子の発光スペクトルを示す図である。

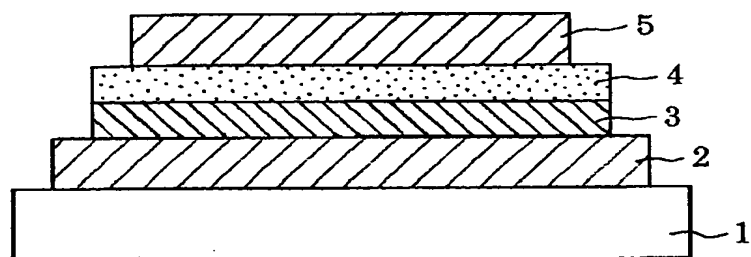
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 透明電極
- 3 ホール輸送層
- 4 発光層
- 5 金属電極
- 6 電子輸送層

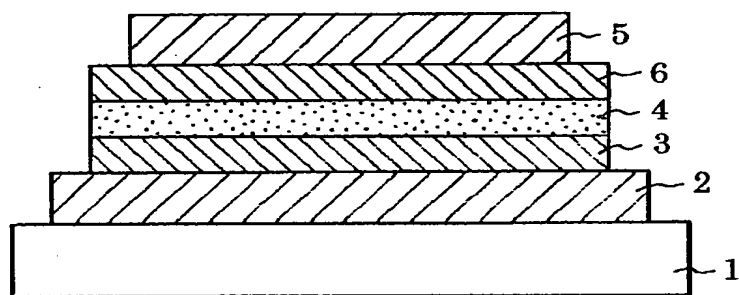
【書類名】

図面

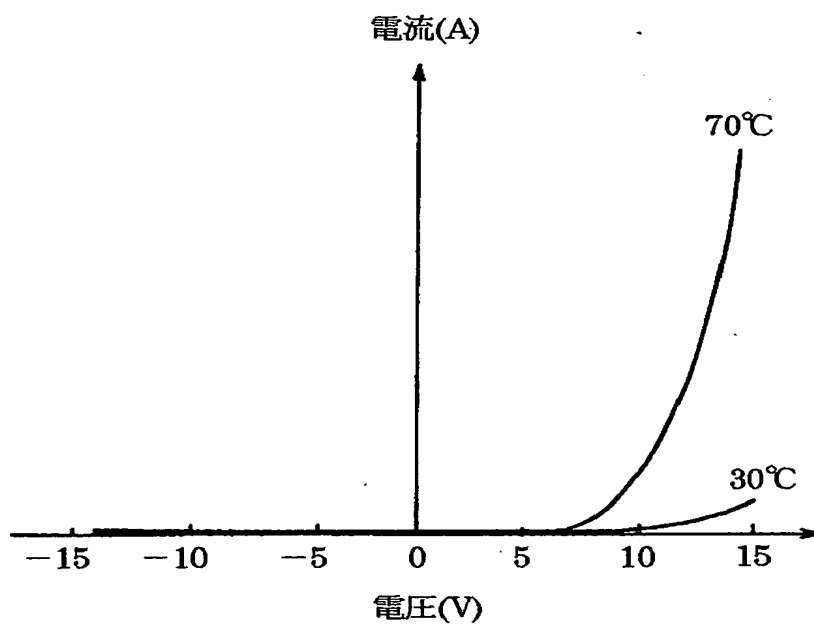
【図 1】



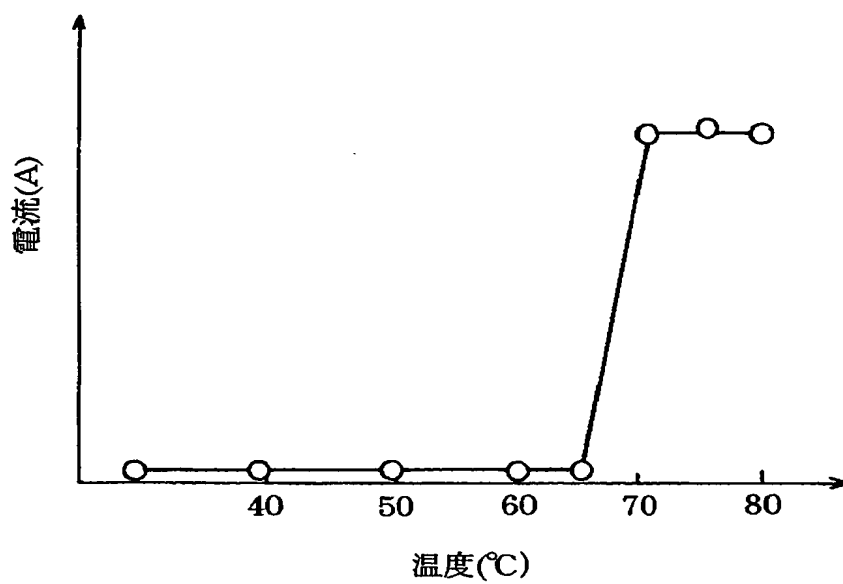
【図 2】



【図 3】

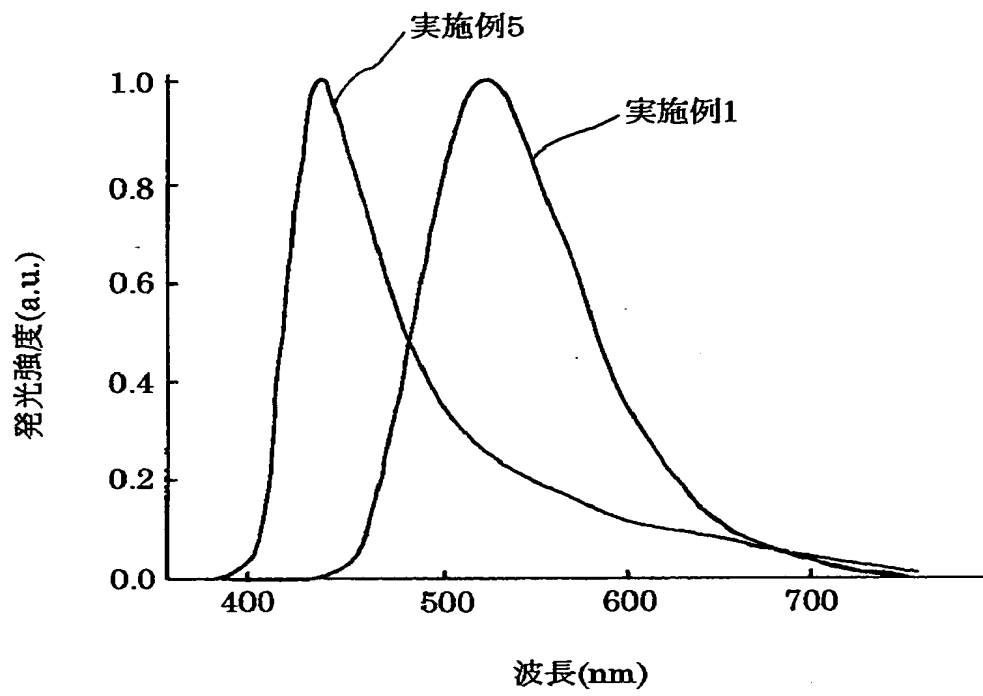


(a)



(b)

【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高いキャリア輸送性を有する導電性液晶を有効に用いて、より低電圧で発光しうる有機エレクトロルミネッセンス素子を構成する。

【解決手段】 一对の電極間に、キャリア輸送層或いは発光層として、ディスコティック液晶層或いはスメクチック液晶層を真空蒸着によって形成し、さらに、該液晶層に接して、有機化合物を真空蒸着したアモルファス層を形成する。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社